

Presentatie Kennisdag LBBL
06 okt 2018
Klimaat, brandstoffen en techniek

Het hangt ervan af welke vraag je stelt!

Bernard Gerard

bjmgerard@gmail.com

www.bjmgerard.nl en www.bvm2.nl

Beraad Vlieghinder Moet Minder (BVM2)

Regio Eindhoven



03 oktober 2018

Nederlandse luchtvaart presenteert plan voor minder CO2-uitstoot

“Actieplan” Luchtvaart NL

AMSTERDAM - Luchtvaartmaatschappijen zouden gestimuleerd moeten worden om met zuinigere toestellen te vliegen. Dit kan mogelijk door hogere luchthavengelden te rekenen voor vervuilers, zoals in het regeerakkoord wordt vermeld. Dat staat in een actieplan van circa twintig transportorganisaties en kennisinstellingen om de luchtvaartsector te verduurzamen.

De partijen, waaronder Schiphol, KLM, de TU Delft, VNO-NCW en de NS, hebben het plan woensdag aangeboden aan minister Cora van Nieuwenhuizen van Infrastructuur en Waterstaat. Een dergelijke extra belasting geldt al voor vliegtuiglawaai.

Volgens de partijen kan door een aantal ingrepen de uitstoot van CO2 met 35 procent worden verlaagd in 2030. Naast zuinigere toestellen is ook schonere brandstof een effectieve manier om op korte termijn de uitstoot te verminderen, menen ze.

Milieuwinst kan verder worden geboekt door het optimaliseren van vliegtuigroutes en procedures. Nu nog zijn veel routes, door het overvolle netwerk in Nederland en Europa, overbelast en niet altijd efficiënt. Dit leidt tot extra uitstoot en vertragingen. Het beter afstemmen van start- en landingsprocedures en een betere vluchtplanning kunnen zorgen voor minder geluidsoverlast en een tiende minder CO2-uitstoot.

De partijen pleiten voor het inzetten van alternatief transport op kortere afstanden, bijvoorbeeld per spoor. Op routes tot 700 kilometer zou de trein een goed en zuiniger alternatief kunnen zijn. Hierin past ook de verdere ontwikkeling van de hyperloop.

Kansen en de partijen ook op het gebied van elektrische en hybride voortstuwing van vliegtuigen. Nederland zou daar gericht onderzoek naar moeten doen, waarbij de toepassing van lichtere en sterkere materialen bij de fabricage van toestellen moeten worden meegenomen.

Verder zou de sector werk moeten maken van verduurzaming op de luchthavens zelf, bijvoorbeeld door kantoren en terminals klimaatneutraal te maken. Volgens specialisten van het onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau CE Delft is het actieplan ambitieus en uitvoerbaar.

Kennisdag LBBL Klimaat, brandstoffen en techniek (06 okt 2018)

Het Beraad Vlieghinder Moet Minder (BVM2) verenigt 31 maatschappelijke organisaties en ca 2000 mensen rond het vliegveld van Eindhoven.

Deze hebben samen een veelheid aan interesses, met als speerpunten geluid en openingstijden, toxische emissies en klimaat (en lokale eisen).

Om alle ondersteuners iets te bieden, heeft BVM2 een pakket-eis gesteld met twaalf bepalingen (Manifest).

Vliegveld Eindhoven is een militair vliegveld met civiel medegebruik. Op 31 dec 2019 loopt de civiele gebruiks-vergunning, met daarin een maximum van 43000 vliegbewegingen, af.

Het vliegveld heeft één baan.

Relevante bepalingen uit de pakket-eis:

- De hinder bij 43000 vliegbewegingen over 2019, mag niet verder groeien
- Het aantal vliegbewegingen mag alleen verder groeien, als de bijbehorende hinder afneemt. Dit is via een meervoudige 50/50% systematiek gekwantificeerd als eis in 2030 t.o.v. 2020
- in de hele regio 3 dB Lden minder geluid
- het vervangen van 50% van de fossiele kerosine door synthetische kerosine
- De CO₂, horend bij de gehele vlucht van op EhvA vertrekkende vluchten, moet 7,5% omlaag.
- En andere eisen (bijv. betere navigatie)

Kennisdag LBBL Klimaat, brandstoffen en techniek (06 okt 2018)

Voor alles wat hierna komt, geldt dat de effecten evenredig zijn met de hoeveelheid brandstof. Daarom eerst wat er te verwachten is van de modernisering van twee voorbeeld-typen vliegtuigen, de A320 en de B737 (de werkpaarden op Eindhoven Airport). (CE Delft, LTO-emissies EhvA, 2018).

In het “Actieplan” is dit gekoppeld aan thema 4 “radicale vlootvernieuwing”, die in Eindhoven vooral een niet-radicalere vlootvernieuwing blijkt te betekenen, die in 2030 voor 60% doorgevoerd zou zijn.

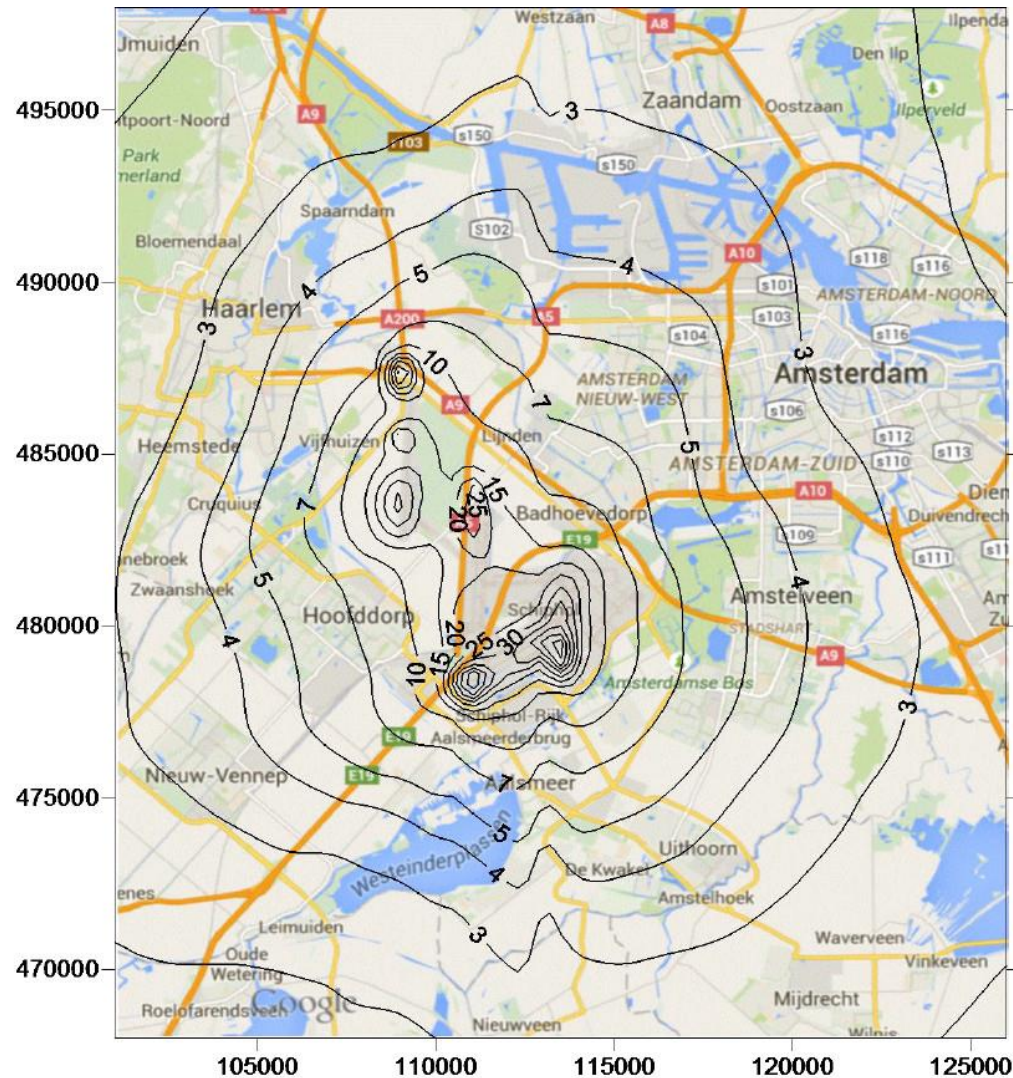
Tabel 3 - CO₂-emissiegegevens nieuwe vliegtuigtypen

Vliegtuig	Motor	Rated Output	LTO CO ₂
		kN	Kg
A320	V2527-A5	111	1379
A320	CFM56-5B5/3	98	1083
A320neo	LEAP-1A26/26E1	121	1023
	PW1127G1-JM	120	999
B738	CFM56-7B26E	117	1354
B737 MAX 8	LEAP-1B28	130	1193

Bron: ICAO Aircraft Engine Emissions Databank, versie 25a (28 mei 2018).

De totale CO₂-emissiereductie van de nieuwe vliegtuigtypen is aanmerkelijk hoger dan in de LTO-fase. De efficiëntiewinst van de nieuwe motoren waarmee deze vliegtuigen zijn uitgerust wordt namelijk vooral in de cruisefase geboekt. Volgens de fabrikanten zijn de nieuwe vliegtuigtypen 15-20% (A320neo) en 20% (B737 MAX) zuiniger dan hun voorgangers². Nieuwsberichten melden dat de verbetering ‘tot 17%’ bedraagt voor de A320neo³ en 16% voor de B737 MAX⁴.

Kennisdag LBBL Klimaat, brandstoffen en techniek (06 okt 2018)



Figuur 10. jaargemiddelde UFP (in 1000-tallen), bijdrage vliegtuigen.

Berekende luchtvervuilingscontouren ten gevolge van vliegtuigen rond Schiphol in de categorie PM0.1 (UFS) (Erbrink Consult, RIVM, 2015)

- UFS-vervuiling kan lokaal flink zijn
- Deze cijfers moeten gezien worden als toevoeging aan een achtergrond van 8 – 22 k
- Men neemt aan dat UFS schadelijk is, maar dat is nog niet gekwantificeerd en er is geen norm
- De gemeten samenstelling van het UFS duidt op roetachtige stoffen en op zwavelverbindingen
- -----
- Een meting nabij de Veldkersweg in Schiebroek (R'dam) leerde, dat RTHA aan de UFS-achtergrond van 6,3k toevoegde 1,1k (15%) . Een modelberekening van Erbrink kwam ongeveer dubbel zo hoog uit

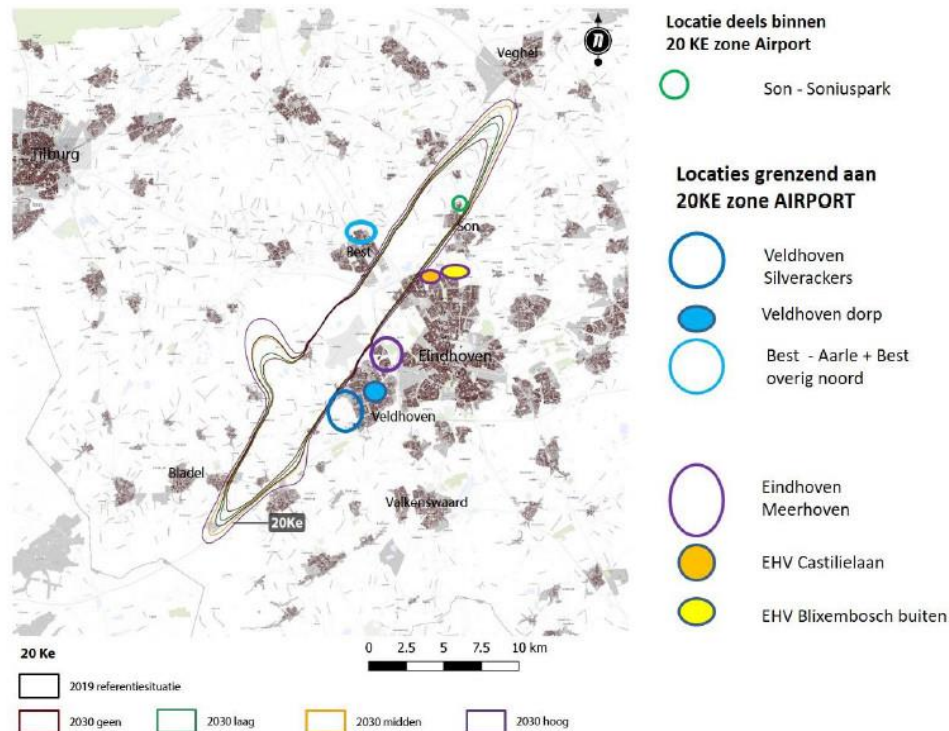
Kennisdag LBBL Klimaat, brandstoffen en techniek (06 okt 2018)

Ruimtelijke ordening houdt tot nu toe alleen maar rekening met geluid, niet met UFS

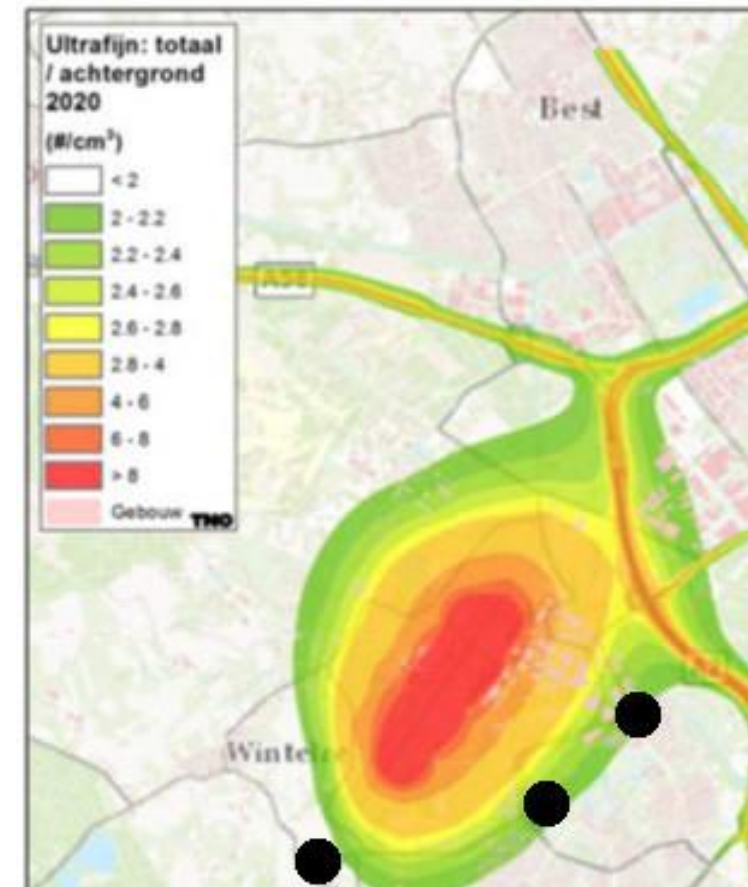
Nieuwbouw

De gemeente Eindhoven heeft een inventarisatie gedaan van de geplande en in voorbereiding zijnde woningbouwlocaties. Deze locaties zijn weergegeven in figuur 19 en figuur 20 ten opzichte van de geluidbelasting in resp. Ke en L_{den} (civiel plus militair verkeer) voor de verschillende onderzochte scenario's. Deze woningen zijn niet betrokken bij het bepalen van de aantallen ernstig gehinderden en slaapverstoorden in dit rapport.

De natuurkunde van de luchtvervuiling is anders dan die van geluid. Een wijk, die voor geluid 'veilig' ligt, ligt dat niet voor UFS.

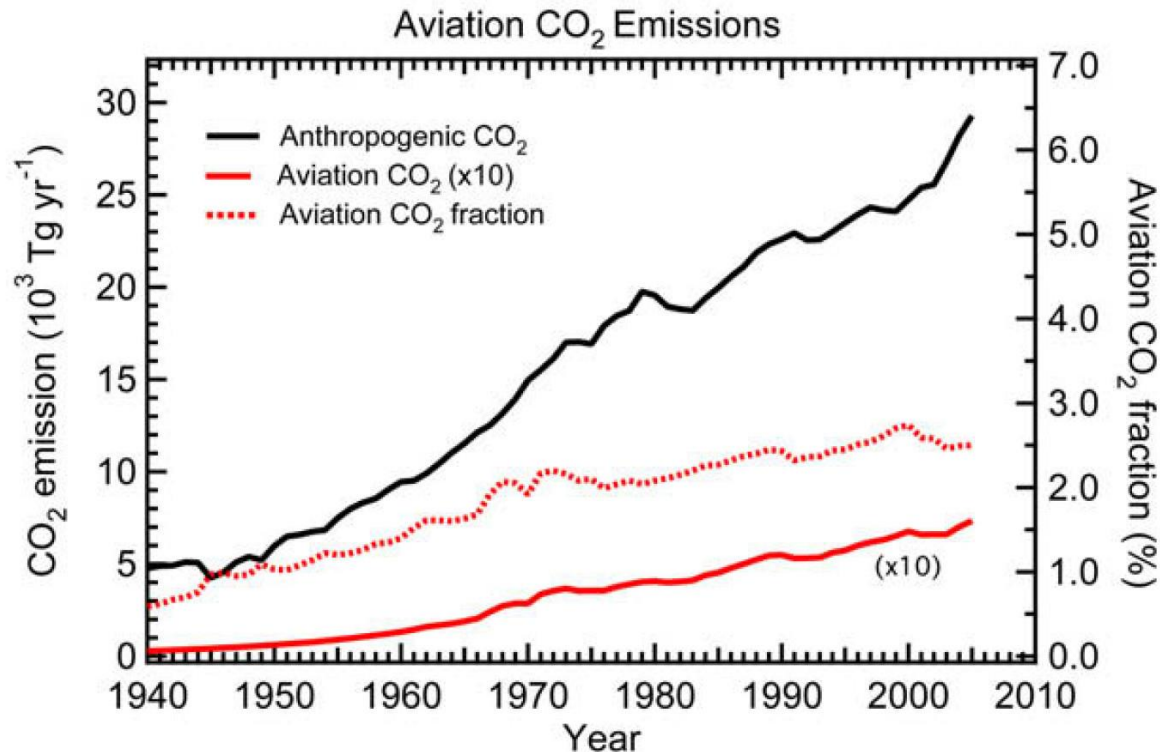


Figuur 19 – Geplande en in voorbereiding zijnde woningbouwlocaties ten opzichte van de Ke geluidbelasting (civiel plus militair verkeer).



Kennisdag LBBL Klimaat, brandstoffen en techniek (06 okt 2018)

Links het geheel aan mondiale CO₂ – emissies en die van het vliegen (David Lee ea, 2009)

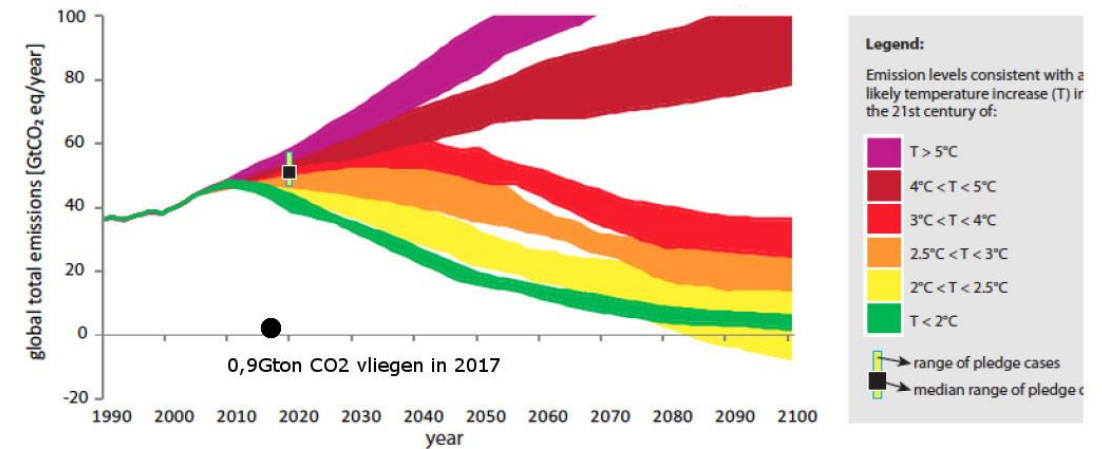


Rechts de CO₂ – emissiescenario's , die volgens het IPCC horen bij verschillende temperatuurstijgingen op aarde.

Op de Klimaatconferentie van Parijs is afgesproken dat die stijging onder de 2°C moet blijven (en liefst onder de 1,5°C).

Dat betekent dat de aarde op of onder de groene band moet blijven.

De stip is de CO₂-positie van het vliegen in 2017.



Source: UNEP, 2010

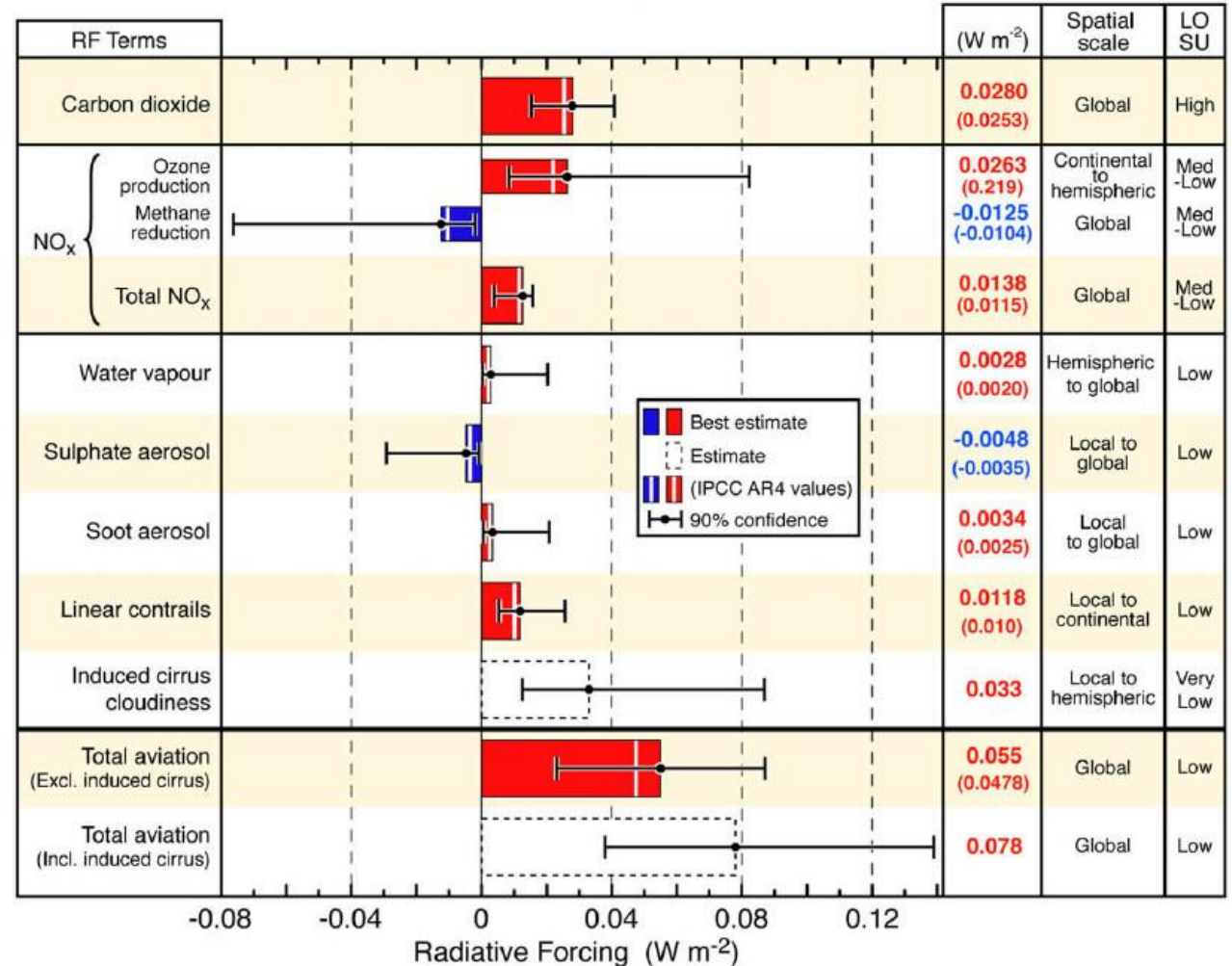
Klimaat effecten op grote hoogte

Op 10km hoogte bestaan er, naast de CO₂-effecten, ook andere effecten. Stikstofoxides (NO_x) , aerosolen als roet en sulfaten, waterdamp en watervloeistof (in de vorm van ter plekke gemaakte strepen en wolken) krijgen ook een klimaat effect (soms +, soms -).

De som van de effecten versterkt het broeikaseffect. De mate waarin is omstreden, maar de vuistregel is dat de niet-CO₂ effecten ongeveer even groot zijn als de wel CO₂-effecten (maar dat is kort door de bocht geformuleerd).

(Lee 2009)

Aviation Radiative Forcing Components in 2005



Kennisdag LBBL Klimaat, brandstoffen en techniek (06 okt 2018)

Effecten op grote hoogte kunnen ingewikkeld zijn.

Sulfaten zijn wit en werken verkoelend.

Maar ze kunnen ook contrails (“strepen”) oproepen en die werken netto verwarmend.

Roet is zwart en roept contrails op. Dat is dubbel verwarmend. Roet tegengaan is altijd verstandig



Figure 4-2 Effect of FSC on contrail formation (reproduced with kind permission of DLR)

Kennisdag LBBL Klimaat, brandstoffen en techniek (06 okt 2018)

Luchtkwaliteit en klimaat zijn vraagstukken met verschillende mechanismes. Je wilt op allebei verbetering, maar niet elke verbetering bij de een is per definitie een verbetering bij de ander.

Sommige luchtvervuiling hangt niet van de brandstof af (bijv. NO_x), andere hangt wel van de brandstof af (bijv. roet, benzeen en SO_x).

Alle synthetische kerosine verbrandt schoner. Sommige synthetische kerosine is beter voor het klimaat (en andere onduidelijk).



- Aan primair uitgestoten NO_x (die direct of indirect luchtvervuiling is) kun je eigenlijk niet wat doen, behalve minder brandstof en een lagere T (wat andere nadelen heeft)
- Aan primair uitgestoten SO₂ (wat secundair zwavelzuur en sulfaten wordt en aerosolen vormt en daarmee UFS) kun je alles doen door synthetische kerosine te maken met weinig of geen zwavel. Dat gaat uitstekend. Fossiele kerosine is 400 – 800 ppm zwavel (en bijv. autodiesel of – benzine <10ppm)
- Bij goede verbrandingsomstandigheden hangt de roetemissie sterk af van het gehalte aan onverzadigde koolwaterstoffen (met name aromaten als benzeen). Je kunt het aromatengehalte van synthetische kerosine sturen, evt. tot nul.
- Als er geen benzeen in de kerosine zit, kan die ook niet ontsnappen bij het tanken of lozen

Kennisdag LBBL Klimaat, brandstoffen en techniek (06 okt 2018)

Synthetische kerosine

Er bestaan drie categorieën synthetische kerosine:

- Uit kolen (CTL) of uit Gas To Liquid (GTL)
- Uit CO₂ uit schoorstenen of uit de atmosfeer (Power to Liquid, PTL)
- Uit biomassa (BTL of biokerosine)

Hieronder het grootste GTL-complex ter wereld, het Pearl-complex in Qatar (GTL)



Kennisdag LBBL Klimaat, brandstoffen en techniek (06 okt 2018)

Gas (en Coal) to Liquid

Zuivere GTL bevat geen aromaten en nauwelijks zwavel. Bij een goede verbranding produceert deze nauwelijks zwavelaerosolen en nauwelijks roet. Aan de grond is het schone brandstof.

Je maakt met de FT-techniek uit gas kerosine.

In de fabricagefase (well to tank) wordt een nog onbekende extra hoeveelheid CO₂ geloosd.

In de exploitatie (tank to wing) is hij (zegt het "Actieplan") 1 a 2% zuiniger.

Op 10km hoogte is het kimaateffect waarschijnlijk gunstig t.o.v. fossiele kerosine.

Table S1. Fuel Properties.

	JP-8	Blend-1	FT-1	Blend-2	FT-2
Feedstock	Petroleum	Petroleum & Natural Gas	Natural Gas	Petroleum & Coal	Coal
Sulfur (ppm by mass)	1148	699	19	658	22
Alkanes (% vol.)	50	not measured	>99	not measured	88
Alkenes (% vol.)	0.9	0.6	0	3.3	3.8
Aromatics (% vol.)	18.6	8	0	9.1	0.6
Naphthalenes (% vol.)	1.6	0.8	0	0.8	0
Flash Point (°C)	46	43	41	46	42
Specific Gravity ^a	0.82	0.78	0.74	0.79	0.76
Freezing Point (°C)	-50	-60	-54	-60	<-80
Viscosity at -20°C (mm ² /s)	4.7	3.3	2.6	4.1	3.6
Cetane Index	41	46	58	45	51
H Content (% mass)	13.6	14.5	15.5	14.3	15.1
Heat of Combust. (MJ/kg)	43.3	43.8	44.4	43.8	44.1
Fuel H/C ratio	1.88	2.02	2.19	1.99	2.12

^aSpecific gravity is defined as the density of the fuel relative to water (dimensionless)

Kennisdag LBBL Klimaat, brandstoffen en techniek (06 okt 2018)

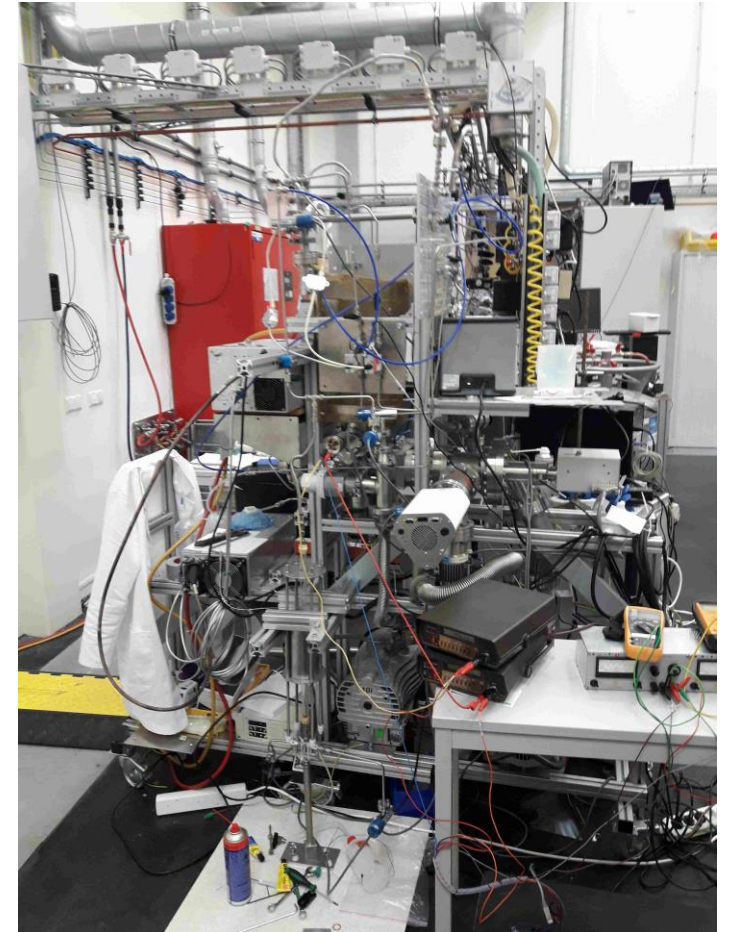
Power to Liquid

Hierin wordt de verbrandingsreactie omgekeerd. Een verbranding is bijv. $2C_{10}H_{22} + 31O_2 \rightarrow 20CO_2 + 22H_2O + \text{energie (bijv. 100)}$
Bij het omkeren van de reactie maakt men uit H_2O en CO_2 weer brandstof terug, eventueel via de tussenstap van aardgas (en dan bovenstaande FT-techniek). Dit kost aan energie een veelvoud van wat de oorspronkelijke reactie opleverde (bijv. 300).
Dat kan zin hebben als die energie uit duurzame bron komt (bijv. overschotten aan wind en zon).

De zo ontstane brandstof is heel schoon (geen zavel en, indien gewenst, geen aromaten).
De CO_2 wordt uit de atmosfeer gehaald, dus is de techniek voor het klimaat goed.

Nadeel is het beslag op de ruimte voor de wind-en zonnrichtingen.
De techniek is nog in het laboratoriumstadium (zie hiernaast een actuele hydrolysemachine in de TU/e).

Het “Actieplan” noemt de techniek, maar werkt hem niet uit.



Kennisdag LBBL Klimaat, brandstoffen en techniek (06 okt 2018)

Biokerosine

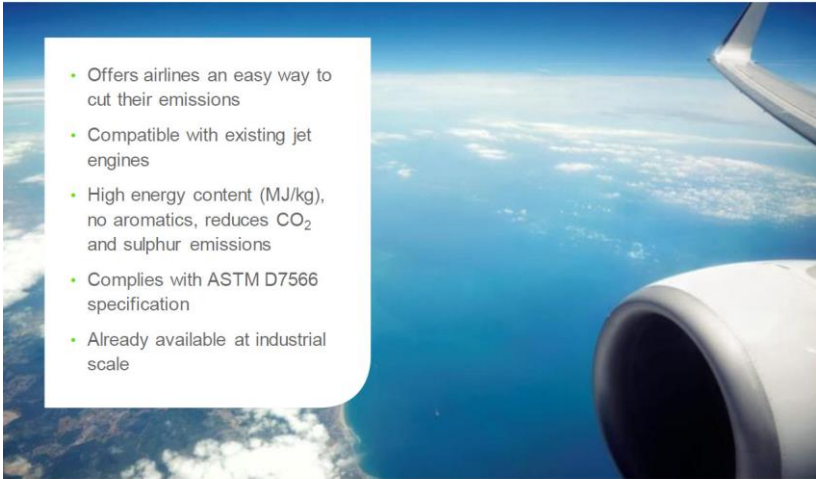
Uit een verscheidenheid aan materialen kan via een verscheidenheid aan technieken prima biokerosine gemaakt worden, desgewenst zwavel- en aromatenvrij.
Biokerosine bespaart overall ongeveer driekwart CO₂.

Gebruik van biomassa, biofuels en de EU

- 1) Nu geldt in de EU de RED-1 richtlijnen, die over alle gebruik van biomassa gaan (electriciteit, warmte, chemie en transport). Overall moet 20% van de energie in 2020 duurzaam zijn, en moet 10% van het transport duurzaam zijn
- 2) Tot op zekere hoogte vormen de diverse gebruikswijzen voor biomassa een communicerend vat en concurreren ze met elkaar (oa op prijs)
- 3) De EurCommissie (EC) heeft voor 2021-2030 een opvolger voorgesteld, RED-2.
 - Overall moet in 2030 27% van de energie duurzaam zijn.
 - Biomassa uit daartoe gekweekt voedsel wordt uitgefaseerd (afval mag wel)
 - 6,8% van de transport fuels moet in 2030 renewable zijn
 - Daarbinnen moet in 2030 3,6% van overall uit advanced biofuels bestaan
- 4) 'Advanced biofuels' bestaan uit wat er in Annex IX (part II) van RED-2 staat. In praktijk algen, slib, meerjarige gewassen, en resten van de land- en bosbouw
- 5) Alle renewable fuels omvatten Advanced fuels, UCOAF-fuels, renewable electricity, waste-based fossil fuels (groen gas), en non-biological based fuels
- 6) Biomassa moet minstens 70% energie besparen.

Binnen zekere begrenzingsen kan biobrandstof (waarvan biokerosine een vorm is) zonder bezwaren gebruikt worden. In Europa wordt de lat gelegd met de vigerende RED-richtlijn en de binnen de EC ontwikkelde RED-2 richtlijn.

Neste Renewable Jet Fuel



Offers airlines an easy way to cut their emissions

- Compatible with existing jet engines
- High energy content (MJ/kg), no aromatics, reduces CO₂ and sulphur emissions
- Complies with ASTM D7566 specification
- Already available at industrial scale

NESTE

1 September, 2016 Virpi Kröger 8

Kennisdag LBBL Klimaat, brandstoffen en techniek (06 okt 2018)

Hoeveel biokerosine kan men maken?

S. De Jong ea hebben in een recent onderzoek (mei 2018) de lat hoog gelegd door de RED-2 concept-richtlijn toe te passen. Ze komen dan op basis van afvalvetten en houtrestanten in de EU op tussen de 165 en de 260PJ aan vliegtuigbrandstof. De EU verbruikte in 2015 ca 2100PJ aan vliegtuigbrandstof en bij ongewijzigd beleid zal dat in 2030 ca 2800PJ zijn (3% jaarlijkse groei).

De totale kerosineverkoop in Nederland stijgt (bij 3% groei) van 163PJ (in 2016) naar 247PJ (in 2030).

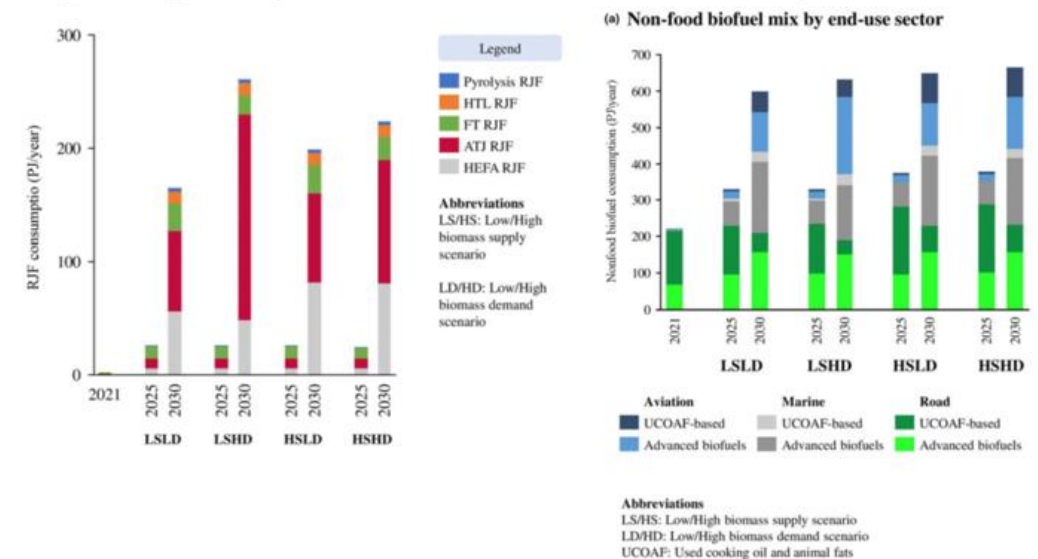
Het Actieplan (thema 3, onder RED-1) wil in 2021 ongeveer 4PJ gemaakt hebben, en wil dat in 2030 verhoogd hebben naar 35PJ (zijnde 14% van bovenstaande 247PJ). Dit klinkt uiterst ambitieus.

Nederland is nu ca 8% van de kerosineverkoop in de EU. Met biobrandstof zou Nederland 14% zijn?

TABLE 1 Nonfood biofuel production technologies (i.e., advanced and UCOAF-based biofuel) in the scope of RESolve-Biomass

Technology	Feedstock	Main products	Yield ^a GJ _{products} / GJ _{biomass feed}	Annualized CAPEX ^{a,b} € ₂₀₁₀ /GJ _{product}	OPEX ^{a,b} € ₂₀₁₀ /GJ _{product}	Typical GHG reduction ^c % savings relative to fossil reference
Renewable jet fuel (RJF) production technologies						
Hydrotreated Esters and Fatty Acids (HEFA)	UCOAF	D, HEFA-RJF, P, N	1.11	1.7	2.7	77
Fischer-Tropsch (FT)	Lignocellulosics	D, E, N, FT-RJF	0.45	9.6	9.1	93
Alcohol-to-Jet (ATJ)	Lignocellulosic ethanol	G, ATJ-RJF	0.89	1.4	1.7	73
Hydrothermal liquefaction (HTL) and full hydrodeoxygenation	Woody biomass	D, G, HFO, HTL-RJF	0.56	3.4	3.0	81
Pyrolysis and full hydrodeoxygenation	Woody biomass	D, G, HFO, Pyrolysis-RJF	0.50	5.6	5.7	77

Opbrengsten (RJF links en alle biofuel rechts)



Kennisdag LBBL Klimaat, brandstoffen en techniek (06 okt 2018)

Hybride – elektrisch vliegen

Is een serieuze techniek.

Zunum Aero (VS) heeft zeer onlangs zijn eerste hybride-elektrische vliegtuig verkocht en hoopt er in 2022 honderd of zo in de lucht te hebben.

Het toestel is specifiek bedoeld voor regionale vliegvelden, voor een beperkt aantal passagiers (de eerste is een twaalf-zitter), en voor afstanden tot 1000 km.

Het is dus een niche-vliegtuig.

Het zou wel eens goedkoop kunnen zijn.

Bij ons leuk voor Dublin of Oslo of Glasgow, waar je niet zomaar met de trein bent.

Geluid en uitlaatgassen zijn driekwart minder.

Ook DLR experimenteert ermee.



Het hangt ervan af welke vraag je stelt!

- Bevatten thema 3 en thema 4 van het Actieplan Luchtvaart verstandige plannen?
Ja, op zich zijn de hier besproken plannen ideeën verstandig en tot op zekere hoogte uitvoerbaar
- Tot op welke hoogte is het Actieplan tot 2030 uitvoerbaar?
35PJ aan biokerosine lijkt erg hoog gegrepen.
Hybride elektrisch vliegen moet kunnen lukken voor nichemarkten.
Mocht het tot Power to Liquid komen, dan zal dat een groot beslagleggen op beschikbare oppervlakten, en gaat de kerosine concurreren met wind en zon t.b.v. andere toepassingen.
Zelfs als de 35% minder CO2 gehaald zou worden, blijft er nog 65% over. Daarover spreekt het Actieplan niet. Het is een idee om dat (of een deel daarvan) met GTL-brandstof te doen.
- Kan de luchtvaart er zijn voorgenomen groei mee opvangen?
Alleen met wat hier aan de orde geweest is niet.
- Kan de luchtvaart er zijn totale klimaat- en milieubelasting mee opvangen?
Nog veel minder. Maar vooralsnog lukt dat geen enkele maatschappelijke sector, dus de luchtvaart staat hier niet alleen in. Sowieso zijn alle oplossingen 'mozaiek-oplossingen'.

Het Actieplan is te weinig en te laat, maar bevat goede ideeën en is een goed begin dat niet neergesabeld moet worden